图书情报工作
第 63 卷 第 11 期　2019 年 6 月

文化遗产数字化长期保存策略研究*
——以“威尼斯时光机”项目为例

翟姗姗[1]　张纯[1]　许鑫[2]
[1] 华中师范大学信息管理学院　武汉 430079　[2] 华东师范大学经济与管理学部信息管理系　上海 200241

摘要：［目的/意义］针对文化遗产数字化保护实践与数字资源长期保存现状进行全面梳理，并对文化遗产数字化长期保存实践工作中存在的具体问题提出相关改进策略，以期实现文化遗产资源在更大范围内的传承传播，进一步提升服务质量。［方法/过程］指出以开发利用为目标实现文化遗产资源数字化长期保存的必要性，并对国际数字化长期保存及开发利用最佳实践案例“威尼斯时光机”项目进行深入分析，据此提出我国文化遗产数字化长期保存策略。［结果/结论］借鉴国外优秀实践经验，以开发利用为导向，从资源覆盖、技术集成、服务模式 3 个方面制定我国文化遗产数字化长期保存策略。

关键词：文化遗产　数字资源长期保存　威尼斯时光机　资源开发利用
分类号：G250
DOI:10.13266/j.issn.0252-3116.2019.11.015

1　引言

保护历史文化遗产是连接民族情感纽带、增进民族团结和维护国家统一及社会稳定的重要文化基础，也是维护世界文化多样性和创造性，促进人类共同发展的前提。十八大以来，习近平多次就文化遗产保护与利用做出过重要指示[1]，并指出文化遗产是不可再生资源，要把它们保护、建设和利用有机地结合起来。数字人文、文化遗产数字化是近年来我国哲学社会科学研究领域的热点课题之一。一方面，近年来，随着大数据、网联网、AR/VR 等信息技术的发展，数字化已成为保护、开发与利用文化遗产的必要方式；另一方面，数字化是文化遗产保护的一种重要手段，而并非是其最终的目标，文化遗产保护始于数字化，其发展在于传承与传播，而其命脉更在于创新与利用。若要全面发挥文化遗产数字资源的价值，就必须保障其长期“可拥有”和“可获取”，因此，需重视文化遗产数字资源的长期保存。鉴于我国文化遗产资源长期保存缺乏目标导向的现实状况，本研究在分析国外优秀文化遗产数字化长期保存实践项目基础上，总结其运行与管理基本特征，为推动我国文化遗产数字化长期保存实践工作提供方法与路径。

2　相关研究

2.1　文化遗产数字化现状

文化遗产概念由联合国教科文组织于 1972 年在《保护世界自然和文化遗产公约》中正式提出，文化遗产是指人来创造并遗留、流传下来的文化财富，包括物质文化遗产与非物质文化遗产两大类[2]。当前，国内外在文化遗产数字化保护的实践工作中，多借助于数字化建模、虚拟修复、数字化管理、数字资源展示、数字仿真、VR/AR 以及数字动画等技术框架、关键技术与典型系统应用，以数字化手段对其加以虚拟保存或再现[3-4]。如“美国记忆”“俄罗斯记忆”“加利卡”项目等都体现了数字化技术在文化遗产保护中的良好应用效果[5-6]。

我国在文化遗产数字化方面起步较晚。1998 年，敦煌研究院开展“数字化虚拟洞窟”项目；2001 年，故宫博物院建立 数字故宫网站，此后国内大力推进文化遗产数字化保护的实施方案与技术策略的研究，数字化保护已成为学界与业界的共识。目前，我国对数字化技术在文化遗产中的应用研究主要聚焦于对古遗

* 本文系国家社会科学基金青年项目“面向语义出版的数字图书馆资源多维度聚合研究”（项目编号:15CTQ007）研究成果之一。
作者简介：翟姗姗（ORCID:0000-0002-2787-0183），副教授；张纯（ORCID: 0000-0003-1838-106X），硕士研究生；许鑫（ORCID:0000-0001-7020-3135），教授，博士生导师，通讯作者，E-mail:xxu@infor.ecnu.edu.cn。
收稿日期:2018-02-08　修回日期:2018-12-19　本文起止页码:140-148　本文责任编辑:王传清

址、古建筑、壁画、绘画等物质文化遗产，以及以传统剧目、民族民风民俗等为代表的非物质文化遗产的数字化复制、复原、4D 影像体验、增强现实等方面[7]。

2.2 数字资源长期保存研究现状

国外数字资源长期保存方面的实践开展的比较早，实践项目也较多，较为成熟的项目主要有澳大利亚的 PADI 项目、德国的 NESTOR 项目、日本的 WARP 项目以及美国的 NDIIPP 计划。我国图书文献机构也高度重视数字资源的本地化长期保存，从多个角度开展了研究与实践，如 2009 年中国科学院文献情报中心启动的数字资源长期保存系统的研建与长期保存权限的获取，2010 年国家图书馆制定的《长期保存数字资源交接流程》《典藏数字资源长期保存归档检查规范》等一系列操作流程和规范等[8]。2018 年 10 月，国家科技图书文献中心主办的“数字资源长期保存全国学术研讨会”在北京召开，对科学数据、数字人文、数字档案、开放教育、文化遗产等多类型的数字资源长期保存战略与实践进行了深入探讨。数字信息资源的长期保存已经成为各国信息基础设施的重要组成部分。

目前，数字资源长期保存领域的研究主要集中在 3 个方面：①长期保存技术标准及其内容研究。主要包括：长期保存元数据、数字资源唯一标识符、文件格式、信息模型、存储空间技术规范等[9-10]。②长期保存工具与存储方式研究。数字资源长期保存的存储方式主要有 3 种，第一种是按照一定的方式对数字资源进行建档案式分类存储[11]，第二种是将数字资源以结构化数据的形式统一录入并保存的数据库存储[12]，第三种是利用互联网的优势，利用云计算、希捷存储等技术方案，进一步建立在线图书馆、数字博物馆等网络平台的网络存储方式[13-14]。③长期保存与合作策略研究。目前，各国学者对采用合作方式开展数字资源长期保存的发展方向已达成普遍共识[15-16]，并据此提出多机构、多主体、多领域下的数字资源长期保存策略。国际上多个文化遗产机构开始采用合作方式开展数字资源长期保存的实践，相继出现多个数字保存联盟与协同化的国际合作项目，如英国的数字保存联盟(DPC)、欧洲的 NEDLIB 项目。

综上所述，借助于数字化技术实现文化遗产保护和发展已成为必然的趋势，针对文化遗产所实施的数字化保护策略也得到了一定程度的应用，但仍存在一些问题。一方面，大多数字化保护实质上是依托数字复制、数字存储技术等，主要以实现数据保存和数据虚拟再现为目标，然而文化遗产保护的最终目标应是超越自然修复与保护的时空局限，进一步为文化机构及用户提供再次开发与利用，以实现文化遗产在更广范围内的传承与传播；另一方面，国内外践行的数字资源长期保存项目已相对成熟，但针对文化遗产这一特定领域所制定的长期保存策略仍显滞后，其存储方式主要还是本地存储，导致海量数据间不能互联互通，成为信息孤岛。基于以上问题，本研究借鉴国外优秀文化遗产数字化长期保存项目——“威尼斯时光机”，深度剖析该项目的实践情况，在总结其资源及技术特征的基础上，研究适合于我国的文化遗产数字资源长期保存策略。

3 面向开发与利用的文化遗产数字化长期保存必要性分析

无论是文化遗产的数字化长期保存，还是其资源开发与利用，都是通过重要历史遗迹、重大事件、重要人物、民族技艺与传统记忆相关的影像、照片、手稿、档案等进行收集、复原与整理，对文化遗产资源进行储存、保护、传播、传承，并以数字化形式记忆开发与利用，其目标都是为了保存人类共同文化与记忆，两者密切相关，以开发与利用为目标，从而实现文化遗产数字化长期保存是科学且必要的。

3.1 文化遗产的数字化长期保存与资源开发与利用是社会记忆的需要

一方面，两者的建设主体均涉及档案馆、图书馆、博物馆等文化机构与政府部门。各文化机构与政府部门都拥有丰富的文化信息资源，在资源保存上既有侧重又有重叠，且承担了文化遗产保护不同层面的工作任务。另一方面，两者受众客体可互补。文化遗产数字化长期保存，着重保存技术的选择、保存方式的确定、保存标准的制定以及保存系统的建立，其受众群体主要是文化遗产保护工作人员以及对民族文化有特殊需求、偏好的群体，受众范围较窄。而文化遗产数字资源开发与利用则聚焦文化遗址复原、城市风貌变迁、民族节日活动盛况、文化活动体验等，内容更加贴近民众，同时支持民众共建、共享、共同使用文化数字资源，具有更广泛的受众群体。文化遗产长期保存需要大众的认可，受众能够接触文化资源、促进其传播，并开展进一步的开发与利用才是最好的保护方式。

3.2 长期保存为文化遗产开发与利用提供优质数据源

面对用户不断泛化的资源保存需求，由政府部门牵头，图书馆、档案馆、博物馆、其他各类文化机构为主体的文化遗产数字资源建设所涉及对象也更为宽泛，

其类型及表现形态更加复杂,资源类型逐步由单一的图像、文本类型向包括音视频、网络资源等在内的结构化与非结构化数据拓展。对这些海量、多源、异构的文化遗产数字资源进行精确化的语义描述、多维度的语义关联以及深度的语义聚合,并在此基础上对其进行长期保存,可为文化遗产保护与开发利用提供优质数据来源。

3.3 开发与利用是数字文化遗产长期保存的目标

文化遗产资源建设及其开发利用是我国乃至世界遗产保护工作的重要组成部分,也是一个国家和民族历史文化成就的重要标志。而要开发利用文化遗产数字资源必然是建立在其可得可见的基础上。开发与利用是文化遗产保护的最终目的,而数字化保存则是前提。文化遗产数字资源是重要的信息资源,其面向用户的共建共享已经成为共识,文化遗产数字资源的长期保存必然也是朝着资源共享的方向发展。

4 国外文化遗产数字化长期保存最佳实践——以“威尼斯时光机”项目为例

4.1 项目概况

“威尼斯时光机”是由洛桑联邦理工学院和威尼斯卡福斯卡里大学于 2012 年推出的一个大型国际研究项目,旨在建立一个涵盖威尼斯 1 000 多年历史文化遗产的开放数字档案馆,利用数字化的手段再现威尼斯的历史与文化,见图 1。该项目对存储在威尼斯国家档案馆的大量文献档案进行扫描和数字化,将威尼斯千年来的历史变迁以动态数字形式呈现,不仅为公众提供了一种新的历史学习和研究的方法,还有利于实现对文化遗产数字化的长期保存。



图 1 “威尼斯时光机”项目中同一位置下不同年代的场景展示

(从现如今的圣马可广场(右)带回 18 世纪威尼斯的繁华烟云(左))

4.2 “威尼斯时光机”项目资源及资源特点

“威尼斯时光机”项目实施的主要对象是威尼斯国家档案馆 ,作为世界上现有历史资料最完整的国家档案馆之一,威尼斯国家档案馆内收藏着大量保存良好、极具历史价值的档案文献。海量的文献资源记录下了过往 1 000 多年以来威尼斯人们生活的方方面面,蕴含着巨大的研究价值,也展示着其独特的资源优势。

4.2.1 档案资源完整丰富 威尼斯国家档案馆内保存了威尼斯 1 000 多年来的海量历史文献档案资料,文档资料数量庞大。同时,文档记录的内容涵盖面十分广泛,包括了个人的出生、死亡记录、遗嘱设立、运河改造、建筑设计与城市规划、国家公约设立以及政治发展变迁等,从不同角度还原了威尼斯千年历史文化的发展与变迁。

4.2.2 档案记录语言多样 在威尼斯国家档案馆中收录大量的手写文档,这些文档直接反映了当时的语言文化以及生活场景。在威尼斯千年的历史进程中,由于语言的不断发展变化,有很多信息是用托斯卡纳语、拉丁语以及威尼斯方言等记录下来的。

4.2.3 文献档案资源互联 威尼斯国家档案馆所拥有文件的丰富性、多样性以及完整性全世界档案馆中名列前茅。完整丰富的信息资源为重构威尼斯的历史文化提供了重要的基础,而文件之间存在的错综复杂的联系更是有利于全面梳理与还原历史。正如威尼斯国家档案馆馆长 R. Santoro 所说,“这里所有的文件都是相互关联的”[17]。

4.3 “威尼斯时光机”项目技术及技术特点

“威尼斯时光机”项目致力于将现存所有记录转化为数字信息,建立一个可用于研究和教育的大型开放数据库。而要实现如此海量文化遗产文献档案的数字化,不仅需要强大的技术支撑,同时也将面临着许多技术挑战。以数字资源管理过程为视角,“威尼斯时光机”项目的技术可划分为数字化技术(数字化扫描技术)、数字化预处理技术(文本识别与自动读取技术)、数字资源序化技术(资源组织与关联技术)及数字化服务技术(云服务技术)。

4.3.1 数字化扫描技术 为了实现馆藏文献的数字化,需要对威尼斯国家档案馆内所收录的大量文档进行数字化扫描。但由于文档数量的庞大以及部分文件易受到损坏,“威尼斯时光机”项目通过与行业顶尖企业合作,通过引入半自动化扫描机器人加快扫描进程。同时,为了保护古老文献的完整,项目借鉴医学中的

CT扫描技术对扫描技术进行改进与完善,断层扫描仪能在不翻阅文件的情况下完成扫描过程,减少数字化过程中对古籍的损伤,并且扫描速度更快。

4.3.2 文本识别与自动读取技术 "威尼斯时光机"项目的数字化并不仅仅局限于对于馆藏档案资源的图像扫描,还需要对其进行文本识别与自动读取。但由于馆藏中有大量的手写稿,常规的文本识别与自动读取技术难以准确地对内容进行识别与读取。为了解决这一难题,项目成员选择利用机器学习技术来识别整个词的形状,通过对数据样本的学习,不断修正算法,提升算法能力。目前,"威尼斯时光机"的算法能够实现对于书面文字结构的分析,并在相似图形之间建立起关联,系统可以找出相同文字在于其他手稿中出现的位置。在实现文字的识别后,项目成员在文字处理算法中结合了生物技术中蛋白质结构分析与功能预测的方法,对文字进行处理使其组合成为完整的语句,最大程度上保证内容的准确性和可靠性。

4.3.3 资源组织与关联技术 让识别出的信息之间产生关联也是威尼斯档案馆珍藏文献的最大价值所在。项目组通过利用关键词建立起不同类型文档的链接,这种大量数据之间的交叉引用将信息组织成一个巨大的关联数据资源库。将不同文档中的信息组织在相互链接的语义图中,将其作为历史地理信息系统的一部分,从时空维度对资源进行展示。同时,不同文档之间的匹配与关联使得研究者们能够重现当时威尼斯的社交网络,将过往海量信息资源进行关联与组织能够发现新的研究线索,语言学、经济学以及健康医疗等学科或领域的学者们纷纷与"威尼斯时光机"展开合作,对时光机所提供的数据进行探索与研究。

4.3.4 云服务技术 F. Kaplan在TED报告中指出,该项目致力于运用"时光机器"穿梭千年前的威尼斯,如让人们在谷歌地图中查看路径时,也可以看到十几年前甚至1 000年前的道路、建筑[18],而这一目标的实现离不开云技术。海量数字信息资源的存储、开发与利用依赖于云计算的支撑,并且利用云技术还能够对缺失的信息做出较为准确的预测,完善历史信息。

4.4 "威尼斯时光机"项目所提供服务与运行效果

"威尼斯时光机"项目启动至今已经得到全球广泛的关注与认可,该项目被认为是当前大数据人文领域研究的先驱,虽然该项目仍处于实施之中,但其已经在科学研究、教育以及历史文化遗产保护等方面发挥着重要作用。

4.4.1 文化遗产保护与历史溯源 "威尼斯时光机"项目旨在为公众重现1 000年以来的威尼斯,并通过可视化形式呈现威尼斯的城市变迁与发展,还原威尼斯历史生活场景。该项目对于威尼斯国家档案馆文献资料的数字化以及可视化展示让公众对于历史有了更加全面立体的认识,同时也有利于对威尼斯乃至欧洲千年文化遗产的传播与长期保护。此外,"威尼斯时光机"通过对于文献资料的相互关联与链接,能够对历史发展进行梳理,帮助解决历史疑惑。如能够为确定古代度量衡的发展提供记录支持;能够对威尼斯语言的发展进程进行梳理;能够通过于文献资料的溯源,对当前学术研究中,由于历史资料记录模糊或是无记录而存有争议的部分内容进行补充或是论证。

4.4.2 云端数据访问与共享 威尼斯国家档案馆有着丰富的档案资料,"威尼斯时光机"项目研究的重要目标就是将威尼斯档案馆的文献档案资源以虚拟形式存储于互联网中,建立一个大型的开放数据库,实现档案文件的全球网络访问。通过互联网,用户能够实现对于历史档案文献的查找与阅历,这不仅有利于历史文化的传播与保护,更为各领域的专家学者提供了一个全新的研究环境。正如威尼斯大学的历史学家D. Raines所言,"借助威尼斯时间机器,我们将能够研究几乎不可能实现的课题"。该项目为研究语言演变、人口和经济动态、疾病传播以及艺术演变、建筑模式迁移等内容都提供了新的数据。目前,威尼斯国家档案馆的开放数据库仍处于建设阶段,但也有部分研究应用开始投入使用,如EPFL数字人文实验室开发了一款专用于图像和建筑艺术品的搜索引擎,当前已在威尼斯文化遗产领域进行应用[19]。

4.4.3 在线开放课程与教育 "威尼斯时光机"项目的参与成员来自世界各地的顶级高校与研究团队,包括了历史、计算机科学、基础科学、建筑、工程以及艺术等多个学科的研究人员与学生。来自不同学科领域的项目人员构成为"威尼斯时光机"布局教育领域服务提供了一定优势。为了更好地将新的研究方法与课程教育相结合,当前项目正在建设教育中心,能为学生提供现场实验、课程教学以及大规模的在线开放课程,使学生能够直接参与到研究项目之中。而在威尼斯的部分高校中,学校每年都会将项目运行所产生的研究数据结合运用到一些本科以及硕博教学课程之中。

4.4.4 企业孵化与支持 依托于"威尼斯时光机"项目,威尼斯将建立一个企业孵化器以加强文化产业的发展。未来入驻企业的研究或服务内容包括了旅游和数字博物馆的增强现实应用、文化遗产的复原和保护、

机器学习技术、未来城市规划、家谱平台以及基于过去大数据的流行病学研究等。目前，旅游产业已经受"威尼斯时光机"项目的广泛影响。"威尼斯时光机"项目能为当下旅游产业提供虚拟现实交互技术支持，项目成果中有关威尼斯城市历史的数字化视频可为公众提供基于4D模拟，甚至是基于虚拟现实的威尼斯历史回顾展示，能够带动威尼斯乃至周边旅游产业的发展，如Kaplan等制作了一系列有关威尼斯的动画视频，跨越不同的空间和时间，多维角度展示了威尼斯的历史文化与变迁[20]。

5 "威尼斯时光机"项目对文化遗产数字化长期保存工作的启示

文化遗产数字化建设是政府和社会各界密切关注的焦点，自敦煌莫高窟数字化建设项目后，我国逐渐开展了数字秦始皇兵马俑博物馆、圆明园遗址复原、武陵地区文化遗址再现、藏传佛教活佛查询系统建设等项目，并在全球引起了较大反响。但相较之"威尼斯时光机"项目，仍存在有待突破的空间。主要表现在3个方面：①从长期保存对象层面，我国大多数项目仅涉及信息/资源的数字化表现形式，如图像、音频、视频资源等，而资源中隐含的知识内容及其关联关系并未得到揭示；②从长期保存技术层面，当前文化遗产的长期保存较多依托于数字复制、数字存储等机械复制模式，主要以数据保存与虚拟再现为目标，并未形成适用于我国数字化遗产项目建设的技术策略体系；③从长期保存模式层面，许多项目缺乏独有的文化特色，"克隆"现象普遍存在，资源再次利用率低下，传统的档案存储、数据库存储方式有待创新。

鉴于我国数字文化遗产项目建设时存在的具体问题，以及"威尼斯时光机"项目在资源、技术及服务方面展现出巨大优势，本研究从资源覆盖的深度与广度、技术体系框架的构建、服务模式的选择与融合3个方面来构建我国文化遗产数字化长期保存策略。

5.1 实现文化遗产数字资源对象的全覆盖

从我国文化遗产数字化建设现状来看，其所涵盖的内容十分广泛。从保存领域划分包括社会科学数据、政府电子信息、地理空间数据、宗教历史艺术人文等；从文化遗产数字资源存储格式和形态划分，既有静态文本、图像，又有动态的音频、视频、模型以及各类历史文化类网站信息；从文化遗产数字资源加工深度划分，既有结构化资源，也有半结构化资源与非结构化资源。目前，国内外已有文化遗产长期保存实验与实践项目的保存对象，或为图书馆、档案馆、博物馆及文化机构的数字资源，或为机构、组织、国家的结构化信息资源，对散落在其他媒介中的非结构化信息资源并未完全涉及，或对其处理与加工深度不够。"威尼斯时光机"项目以威尼斯国家档案数据资源为依托，除了涵盖基本的档案资源外，还涉及数据型、事实型、媒体类数据，覆盖的资源内容更加叙事化，并实现了资源间的互联互通。

本文为全面覆盖文化遗产领域所涵盖的资源对象，对其类型进行划分，主要选取数字资源类、知识资源类、机构类、人员类、项目类、事件以及数据库集类（见图2），并建立一系列数据属性和对象属性，使数字化长期保存的对象尽可能全的覆盖所有的文化遗产资源，且为进一步建立资源间的关联关系做好数据准备。其中，文化遗产数字资源是指所有借助于文本、图像、视频、音频、三维模型等载体实现数字化后的资源；知识资源则是指除以具体的载体呈现出的资源类型，如一些相关的隐性知识与知识组织资源（如主题词表、中图分类法以及各领域叙词表等）；机构类、人员类资源即为相关文化机构或相关人员信息；项目类信息是指各类文化遗产项目所涉及的资源；数据库集类信息是一切依托文化遗产项目建立的专题/综合类数据库；而事件类信息则是指与某一文化遗产项目、活动或内容有关的所有事件总称，既包括表演事件、会议事件、采访事件等，也包括了在事件中衍生出的各类实物资源。

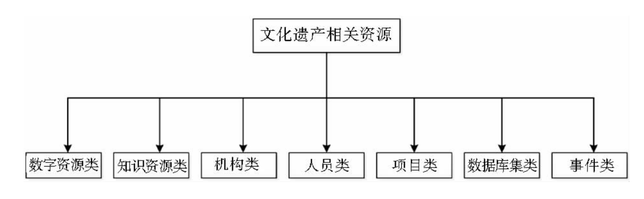


图2 文化遗产覆盖的资源对象

为实现文化遗产多源异构资源的全覆盖，并进一步实现其资源多维关联，借助于关联数据技术现有词表及关联数据集对文化遗产数字化资源间的关联关系进行描述，见图3。其中，通过dc:contributor属性建立了文化遗产数据库集（vivo:DateSet）与相关文化遗产机构（foaf:Organization）、责任者（foaf:Person），数字资源（ichresource:Resource）与相关文化遗产机构（foaf:Organization）、责任者（foaf:Person）之间的关联；同时，dc:isPartOf建立了文化遗产与相关人员与其所属数据库间的关联。vivo:currentMumberOf属性建立相关人员与其工作单位之间的关联；swrc:carriesOut和swrc:worksAtProject属性分别关联了文化遗产相关机构和文

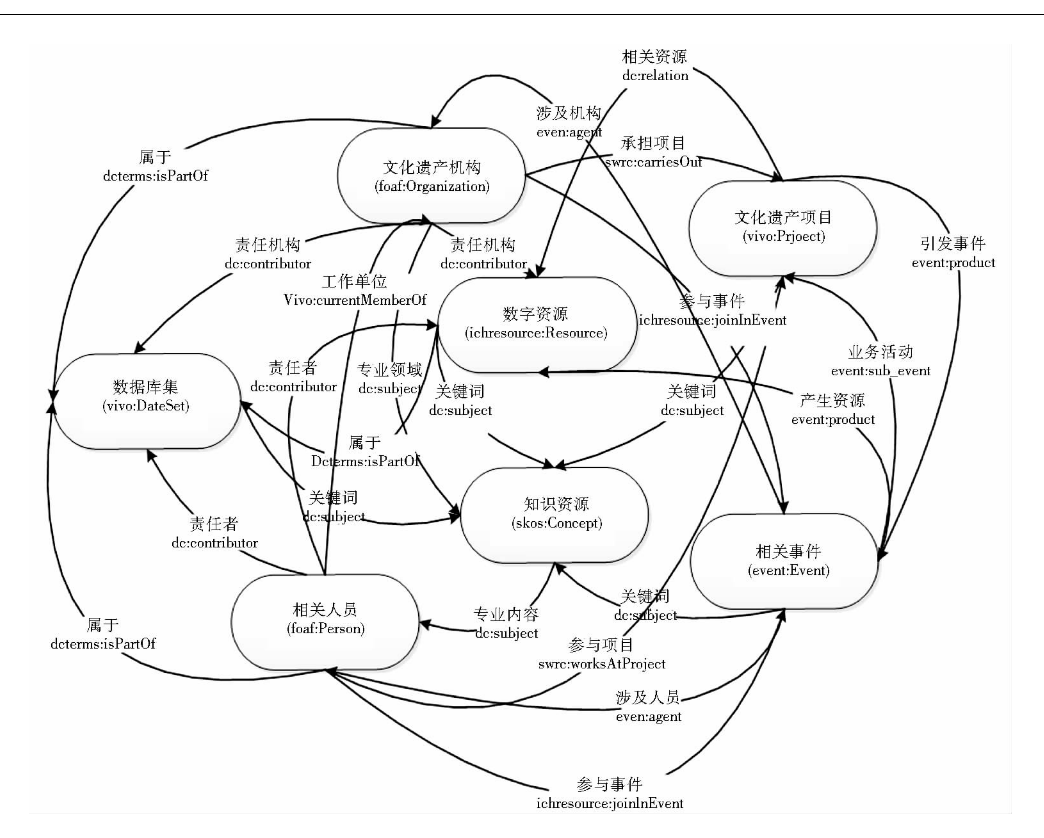


图3　文化遗产资源对象间的关联关系

化遗产相关人员参与文化遗产项目的情况；event:product 属性揭示了文化遗产项目（vivo:Project）、相关事件（event:Event）与发布数字资源（ichresource:Resource）间的关联关系；而在 event 本体中所定义的 event:agent 则关联了事件与机构、人物之间的关系。此外，还可以看出，本研究尽可能多将文化遗产数据库集、机构、人员、项目、事件及数字资源与文化遗产领域知识资源相关联，目的就是为了从各个角度揭示这一领域中的隐性知识体系结构，这将为以后建立文化遗产领域主题词表及规范化本体表达提供丰富的语义信息，为更好的整合与挖掘文化遗产知识体系提供了良好的语义基础。

5.2　完善文化遗产数字化长期保存技术策略

在文化遗产数字化保存与合理利用的实践过程中，许多技术方案已经得到了很好的应用，有些仅仅滞留于理论层面。"威尼斯时光机"项目的成功与技术策略的制定息息相关，涉及资源数字化选择、精确化描述、语义化关联、共享化服务等多个层面，为文化遗产数字化长期保存提供了可实现的技术路径。确定合理的技术方案，并考虑其可行性、可持续性、实用性与系统性，从多个维度完善现有的数字化长期保存技术策略框架，是文化遗产数字化长期保存工作的重点，也是实现文化遗产数字资源利用与二次开发的核心要素之一。

本研究借助信息空间理论，从编码、抽象及扩散 3 个维度构建文化遗产数字化长期保存技术策略框架，见图 4。该框架涵盖了文化遗产数字化技术体系中的数字化采集、组织、传播利用等技术流程，其中，编码空间通过编码的程度衡量信息在多大程度上可以被计算机识别，即文化遗产资源需要呈现出何种数字化表现形式；抽象空间用于衡量数字化后的信息是否经过合理的归类和综合特征描述，通常需要依据保存目标与保存实践对数字化后的资源进行分析，从而确定被保存资源内容层面的加工深度；扩散空间主要用于衡量知识在可视化形势下的传播速度、覆盖面积以及评估被再利用的可能性，即用户对文化遗产资源的具体要求。

5.2.1　编码空间　需要利用各种信息技术与呈现形式对文化遗产资源及其知识特征进行采集、记录与提取，以便在抽象与扩散维度对信息进行的理解与表达，具体可采用文本、图片、视频、三维模型、4D 模拟等数字化形式对其进行全面、真实、记录与采集。这一过程只存储原始数字对象，并维护其完整性与可读性，不考虑数字对象所包含的内容特征与语义关联性。

5.2.2　抽象空间　由于数字资源的开发与利用依赖于对其格式与处理方式的理解，因此仅仅实现初步的

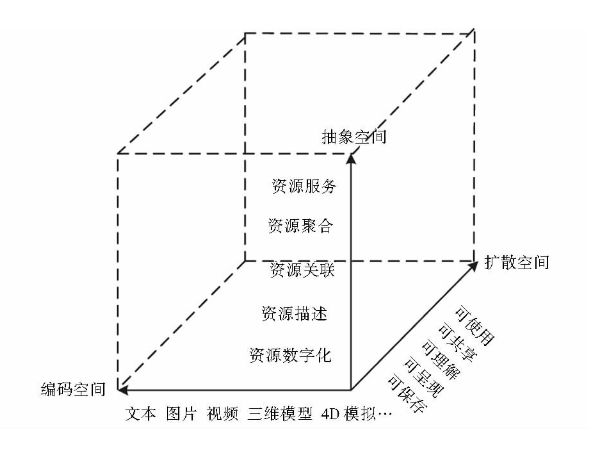


图 4 文化遗产数字化长期保存技术策略框架

数字化保存，并不能保证长期保存的可靠性。为进一步实现面向用户使用的文化遗产数字资源，在提供内容数据备份存储能力的同时，还需要提供相关的存储、管理及使用的元数据标准，并对其内容数据进行定期上传、确认、使用及维护机制，以保证数字资源及其相关功能的完整性与使用性。抽象空间涵盖文化遗产资源数字化、资源描述、资源关联、资源聚合及资源服务的全过程。

5.2.3 扩散空间 编码与抽象空间是实现文化遗产更大范围内被用户接受与认可的前提，因此，扩散空间主要用于衡量知识在数字化保存后被公众接触、学习与接受的程度。随着用户需求的不断变化和提升，扩散空间可分划分为可保存、可呈现、可理解、可共享以及可使用 5 个不同层次，极大地影响着文化资源数字化长期保存的技术策略选择。这一过程中涉及多种技术策略的选择与组合，如较为成熟的迁移、仿真、UVC、数据/程序存档技术，以及新兴的数据再造、云存储技术、VR/AR 技术等。

5.3 构建文化遗产数字化长期保存服务模式

文化遗产若要实现其数字资源的长期保存，提高资源存储与服务效率，不仅需要选择合适的技术战略，更要建立适合自身发展的服务模式。本研究借助于分布式系统与云存储技术，将不同类型的数字资源分布存放于云端节点中（见图 5）。从根本来说，云存储是将网络设备、存储设备、服务器、应用软件、公用访问接口、接入网和客户端程序等多个部分组合，这种存储模式意味着知识即服务[21]。

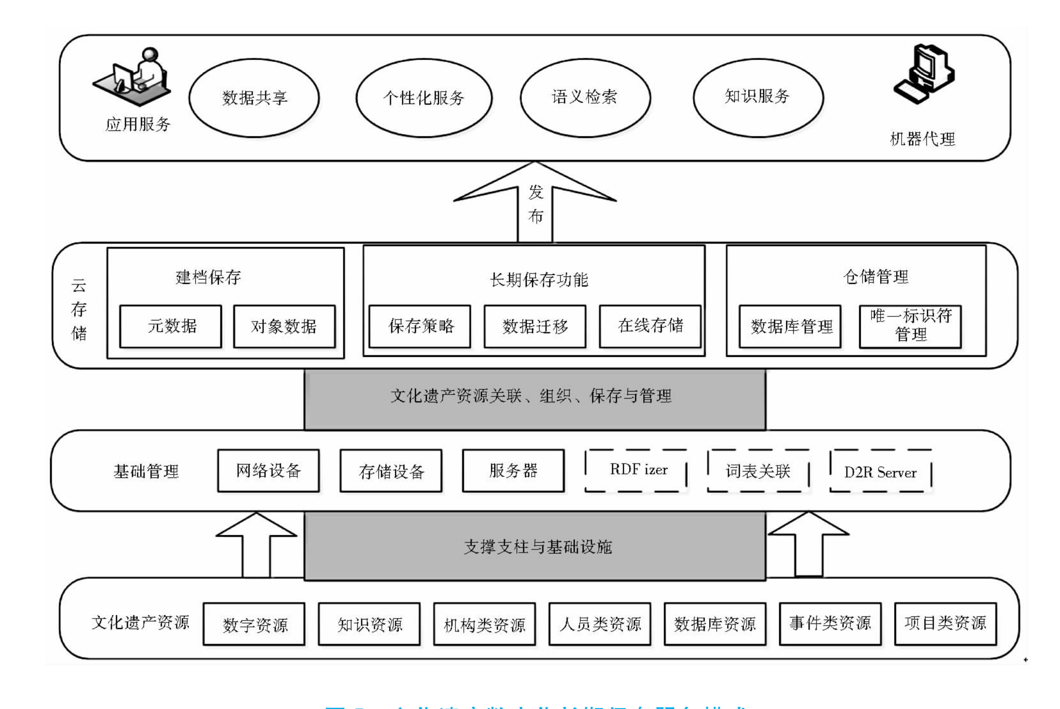


图 5 文化遗产数字化长期保存服务模式

5.3.1 应用服务层 该层由用户界面、Web 浏览器、数据接口等构成，主要为用户提供资源共享、浏览检索、个性化等服务，实现与用户的在线交互。该层还包括用于接受客户端信息的 Portal 容器，能够将多类信息根据用户需求聚合展示为不同的资源形态。云存储系统在接收用户请求后，也会根据不同类型的用户需求，对文化遗产数字化资源进行分析并选取适合的应用软件或访问接口，为用户提供个性化服务。

5.3.2 云存储层 该层的主要作用是将文化遗产资源进行虚拟化处理形成资源池，主要包括归档存储（图存储系统管理、媒介管理、存储机制管理等）、仓储管理

(如数据库管理、唯一标识符管理等)、长期保存(如保存规划、环境检测、策略评估等)。云存储功能一方面作为系统核心服务接口,提供虚拟资源整合、资源调度、系统驱动服务,并协调多个设备并行工作,保障文化与遗产资源管理与调度的有序进行;另一方面面向底层资源,实现资源管理与各类应用服务,并将数字资源分布于"云"中,以实现资源备份。

5.3.3 基础管理层 该层主要涵盖服务器、计算机设备、存储设备等硬件,还涉及各类资源互联、互通的相关技术,即在数字化资源语义化描述与关联后,基于存储硬件设备实现基础资源与设施的有效管理。一方面,该层可实现基础设施的分布式处理,为云存储层提供数据计算、备份管理等功能接口;另一方面,可以通过对硬件设施设备进行集群、虚拟化处理,集成区域机构内不同存储设备中的数字化资源,集成各类硬件功能,构成区域文化遗产资源云平台。

5.3.4 文化遗产资源层 文化遗产领域数据资源层,所涉及的文化遗产各类数据及资源集合包括数字资源(音频、视频等)、知识资源、文化遗产机构相关资源、人员资源、数据库资源、事件资源、数据库集合以及文化遗产项目资源等,涵盖范围广泛,资源内容丰富,资源类型复杂。

6 结语

数字化技术为当前文化遗产保护、传承、传播、开发、利用的创新与发展提供了新的理念与工具。文化遗产数字化长期保存不仅是其开发、利用的基础性工作,也是面对用户需求多元化、泛在化,实现数字资源共享与服务的重要保障。因此,本研究以"威尼斯时光机"项目的成功经验为例,在总结其资源、技术及服务优势的基础上,提出面向开发与利用的文化遗产数字化长期保存策略,从资源覆盖广度与深度、技术策略框架的制定、服务模式的选择3个方面,系统构建了适用于我国的文化遗产数字化长期保存方案。

参考文献:

[1] 时玉柱. 习近平文化遗产保护利用思想探析[J]. 毛泽东思想研究,2018,35(2):46－51.

[2] 贺云翱. 文化遗产学初论[J]. 南京大学学报(哲学. 人文科学. 社会科学版),2007(3):127－139.

[3] 祁天娇,马林青. 历史文化村镇活态保护的新模式——基于数字资源构建的视角[J]. 档案学研究,2018(3):44－50.

[4] 吴瑞丽. 数字人文视域下的非遗资源整合及保护机制[J]. 图书馆学刊,2018,40(10):50－54.

[5] American Memory[EB/OL]. [2018－03－06]. http://www.usc.edu/libraries/databases/records/database.php? db=AGZ.

[6] The Memory Project[EB/OL]. [2018－03－07]. https://www.historicacanada.ca/content/programs/memoryproject.

[7] 贾秀清, 王珏. 数字化手段在我国文化遗产传承与创新领域中的应用[J]. 现代传播(中国传媒大学学报), 2012, 34(2):112－115.

[8] 赖彤. 我国数字资源长期保存实践进展分析[J]. 图书馆学研究,2016(9):47－53.

[9] 张晓娟,唐长乐. 数字信息资源长期保存元数据技术研究进展[J]. 情报科学,2018,36(8):3－9.

[10] 寇晶晶,吴振新. 国外图像资源长期保存实践研究进展[J]. 图书情报工作,2017,61(23):138－144.

[11] 叶鹏,周耀林. 非物质文化遗产建档式保护的现状、机制及对策[J]. 学习与实践,2015(9):115－124.

[12] 崔玥. 探索非物质文化遗产文献资源建设——以国家图书馆非正式出版物馆藏为例[J]. 国家图书馆学刊,2018,27(3):92－99.

[13] 谈国新,张立龙. 非物质文化遗产文化空间的时空数据模型构建[J]. 图书情报工作,2018,62(15):102－111.

[14] 宋丽华,李万社,董涛. 非物质文化遗产数字化保护与知识整合平台建设[J]. 图书馆杂志,2015,34(1):73－81.

[15] MEAD D. Shaping a national consortium for digital preservation [EB/OL]. [2018－03－20]. https://phaidra.univie.ac.at/detail_object/o:378066.

[16] Memory of the world general guidelines to safeguard documentary heritage[EB/OL]. [2018－06－19]. http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001256/125637e.pdf.

[17] 董聪颖. 穿梭千年:数字人文对档案信息资源开发利用的影响[J]. 档案管理,2018(2):11－14.

[18] KAPLAN F. How to build an information time machine[EB/OL]. [2018－06－16]. http://www.ted.com/talks/frederic_kaplan_how_i_built_an_information_time_machine.

[19] Digital Humanities Lab. REPLICA[EB/OL]. [2018－06－01]. https://actu.epfl.ch/news/replica/.

[20] ABBOTT A. The 'time machine' reconstructing ancient Venice's social networks[EB/OL]. [2018－06－14]. https://www.nature.com/news/the-time-machine-reconstructing-ancient-venice-s-social-networks-1.22147.

[21] 孙坦,黄国彬. 基于云服务的图书馆建设与服务策略[J]. 图书馆建设,2009(9):1－6.

作者贡献说明:

翟姗姗:提出研究思路与研究框架,定稿;

张纯:撰写论文初稿并修订最终版;

许鑫:提出论文修改意见。

Study on the Strategy of Long-term Digital Preservation of Cultural Heritage: A Case Study of Venice Time Machine Project

Zhai Shanshan[1] Zhang Chun[1] Xu Xin[2]

[1] School of Information Management, Central China Normal University, Wuhan 430079

[2] Department of Information Science, Business School, East China Normal University, Shanghai 200241

Abstract: [**Purpose/significance**] This paper comprehensively combs the present situation of the digital practice of cultural heritage and long-term preservation of digital resources, and puts forward the relevant promotion strategies for the concrete problems existing in the practice of digital long-term preservation of cultural heritage, in order to achieve the cultural heritage digital resources in a wider range of transmission, and further improve its construction and service quality. [**Method/process**] This paper points out the need to achieve digital and long-term preservation of cultural heritage resources with the goal of development and utilization, and analyzes the project of Venice Time Machine in depth, which is the best case of international digitization long-term preservation and development and utilization. Based on this, the paper puts forward the long-term preservation strategy of our country cultural heritage digitization. [**Result/conclusion**] Based on the foreign excellent practical experience, this paper takes the development and utilization as the guidance, constructs the long-term preservation strategy of Chinese cultural heritage digitization from three aspects: resource coverage, technology integration and service mode.

Keywords: cultural heritage digital resources long-term preservation Venice Time Machine resource development and utilization

